

(11)Publication number : 03-224122
(43)Date of publication of application : 03.10.1991

G1 1B 5/66
G1 1B 5/84

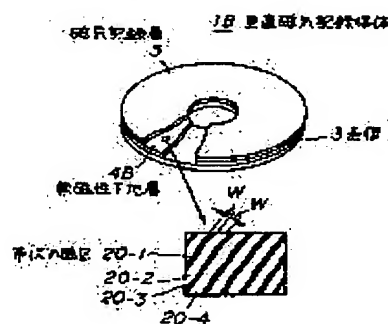
(71)Applicant : FUJITSU LTD

(72)Inventor : KIUCHI KATSUMI
WAKAMATSU HIROAKI
SUZUKI FUMITAKE
KOSHIKAWA YOSHIO

Priority number : 01138273	Priority date : 31.05.1989	Priority country : JP
01138274	31.05.1989	
01302719	20.11.1989	JP
01329240	19.12.1989	
01330667	20.12.1989	JP
		JP
		JP

PURPOSE: To substantially prevent the generation of the erasing of information by a floating magnetic field by constituting an underlying layer to suppress the movement of a magnetic wall with respect to the external magnetic field below the floating magnetic field.

CONSTITUTION: The soft magnetic underlying layer 4B of the 2 layers films constituted perpendicular magnetic recording medium 18 formed with a magnetic recording layer 5 having perpendicular anisotropy via at least the underlying layer 4B on a substrate 3 is so constituted as to suppress the movement of the magnetic wall with respect to the external magnetic field below at least the floating magnetic field near the magnetic head. Since the movement of the magnetic wall of the underlying layer 4B with respect to the external magnetic field below the floating magnetic field near the magnetic head is suppressed in this case, the irregular movement of the magnetic wall does not arise. The erasing of the information by the floating magnetic field is hardly generated in this way.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2911050号

(45) 発行日 平成11年(1999) 6月23日

(24) 登録日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 1 1 B 5/66
5/85G 1 1 B 5/66
5/85

Z

請求項の数19(全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平2-137959

(22) 出願日 平成2年(1990) 5月28日

(65) 公開番号 特開平3-224122

(43) 公開日 平成3年(1991) 10月3日

審査請求日 平成9年(1997) 5月19日

(31) 優先権主張番号 特願平1-138273

(32) 優先日 平1(1989) 5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平1-138274

(32) 優先日 平1(1989) 5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平1-302719

(32) 優先日 平1(1989) 11月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 999999999

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1
番1号

(72) 発明者 木内 克己

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 若松 弘晃

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 鈴木 文武

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦 (外2名)

審査官 蔵野 雅昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に少なくとも軟磁性下地層を介して垂直磁気異方性を有する磁気記録層を設けた二層膜構造の垂直磁気記録媒体において、

該軟磁性下地層は、少なくとも垂直磁気記録媒体が搭載される磁気記録再生装置内における磁気ヘッド近傍の浮遊磁界以下の外部磁界に対して磁壁移動を抑制する手段を有することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記手段は、前記軟磁性下地層に形成された縞状の磁区構造からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 前記手段は、前記軟磁性下地層を構成する第1及び第2の下地層からなり、該第1の下地層は前記基板上に形成され縞状の磁区構造を有し、該第2の下地層は該第1の下地層上に形成され磁化が面内方向に向い

た磁区構造を有することを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 前記手段は、前記軟磁性下地層を構成する第1及び第2の下地層からなり、該第1の下地層は前記基板上に形成され磁化が面内方向に向いた磁区構造を有し、該第2の下地層は該第1の下地層上に形成され縞状の磁区構造を有することを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 前記縞状の磁区構造の各磁区は、前記磁気記録層に形成される記録トラックと略平行に延在することを特徴とする請求項2～4のうちのいずれか一項記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項6】 前記手段は、前記浮遊磁界より大なる保磁力が設定された前記軟磁性下地層からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項7】前記手段は、面内方向を磁化容易軸とする磁気異方性を有すると共に、前記浮遊磁界より大きい異方性磁界を有する前記軟磁性下地層からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項8】前記磁化容易軸と前記磁気記録層に形成される記録トラックとは同一記録トラック上の各位置において略一定の角度をなすことを特徴とする請求項7記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】前記手段は、前記基板と前記軟磁性下地層との間に介在する硬磁性層からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項10】前記手段は、前記軟磁性下地層と前記磁気記録層との間に介在する硬磁性層からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項11】前記硬磁性層の残留磁化方向と前記磁気記録層に形成される記録トラックとは同一記録トラック上の各位置において略一定の角度をなすことを特徴とする請求項9又は10記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項12】前記手段は、透磁率が略50～800に設定された前記軟磁性下地層からなることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項13】前記手段は、少なくとも前記基板及び前記軟磁性下地層のうち一方の一部に形成されたスジ状の凹凸からなり、該スジ状の凹凸は前記磁気記録層に形成される記録トラックと略平行に延在することを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項14】前記軟磁性下地層は、約1～50 μ mの厚さを有することを特徴とする請求項1～13のうちいずれか1項記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項15】前記基板はディスク形状を有し、前記磁気記録層に形成される記録トラックは同心円状であることを特徴とする請求項1～14のうちいずれか1項記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項16】基板と、該基板上に形成された軟磁性下地層と、該軟磁性下地層上に形成された磁気記録層とからなる垂直磁気記録媒体の製造方法において、該基板及び該軟磁性下地層の少なくとも一方の一部に、該磁気記録層に形成される記録トラックと略平行にスジ状に凹凸を形成する工程と、該基板上に該軟磁性下地層及び該磁気記録層を順次積層する工程とを含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項17】基板上に軟磁性下地層と磁気記録層とを順次積層してなる垂直磁気記録媒体の製造方法において、該軟磁性下地層に磁界を印加して該軟磁性下地層の磁区を調整する工程を含み、前記軟磁性下地層及び前記磁気記録層を順次形成した半完成記録媒体に磁界を印加して該軟磁性下地層の磁区を調整することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項18】基板上に軟磁性下地層と磁気記録層とを順次積層してなる垂直磁気記録媒体の製造方法において、

該軟磁性下地層に磁界を印加して該軟磁性下地層の磁区を調整する工程を含み、

前記軟磁性下地層を形成した半完成記録媒体に磁界を印加して該軟磁性下地層の磁区を調整することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項19】基板と、該基板上に形成された密着層と、該密着層上に形成された軟磁性下地層と、該軟磁性下地層上に形成された磁気記録装置とからなる垂直磁気記録媒体の製造方法において、

該基板、該密着層及び該軟磁性下地層のうち少なくとも1つの一部に、該磁気記録層に形成される記録トラックと略平行にスジ状の凹凸を形成する工程と、

該基板上に該密着層、該軟磁性下地層及び該磁気記録層を順次積層する工程とを含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

〔概要〕

磁気ディスク装置や磁気テープ装置等に搭載される垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関し、

浮遊磁界による情報の消去を発生しにくくすることを目的とし、

基板上に少なくとも軟磁性下地層を介して垂直異方性を有する磁気記録層を形成した二層膜構造の垂直磁気記録媒体において、軟磁性下地層を少なくとも磁気ヘッド近傍における浮遊磁界以下の外部磁界に対して磁壁移動を抑制する構成とする。

〔産業上の利用分野〕

本発明はコンピュータの外部記憶装置として用いられることもある磁気ディスク装置、磁気テープ装置等に搭載される磁気記録媒体及びその製造方法に係わり、特に浮遊磁界による情報消去を抑制した信頼性の高い二層膜構造の垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

近年、磁気ディスク装置の小型化及び高密度化に伴い、従来の水平磁気記録を上回る高密度記録方式として媒体の膜厚方向に残留磁化を形成して信号記録を行う垂直磁気記録が注目され、研究及び開発が活発に進められている。

〔従来の技術〕

垂直記録を実現するヘッドとしては単磁極型及びリング型、また媒体としては非磁性基板上に垂直異方性を有し例えばCoCrからなる記録層を形成した単層膜媒体及び垂直磁気記録層の下側に例えばNiFeからなる高透磁率層を裏打ちした二層膜媒体が夫々開発されている。これらのヘッド及び媒体を用いて純粋な垂直記録を行うには、単磁極型ヘッドと二層膜媒体の組合せが最適であることが知られている。

第53図はこのような二層膜構造の垂直磁気記録媒体1

と単磁極型ヘッド2を示す。3はアルマイト表面処理されたAl製基板、4はNiFe軟磁性下地層、5は垂直磁気異方性を有するCoCrの垂直磁気記録層である。また、6は主磁極、7は補助磁極、7aはコイルである。裏打ち層とも呼ばれる軟磁性下地層4は磁束の通路としての役割を有し、その存在により記録再生感度が向上せしめられている。

この垂直磁気記録方式により記録再生を行う際に、浮遊磁界源8があると、浮遊磁界源8からの磁束9が主磁極6に集中し、更に、符号10で示すように磁気記録層5を通して軟磁性下地層4に流れ易い。これらが原因で媒体1の情報が消去され易いという問題があり、装置実用化への大きな課題となっている。

従って、垂直磁気記録再生装置を実用化する上で、浮遊磁界による情報の消去が発生しにくい媒体の開発が強く要望されている。

第54図は従来の垂直磁気記録媒体1Aを示す。同図中、第53図と同一構成部分には同一符号を付す。軟磁性下地層4Aは、第54図及び第55図に拡大して示すように、磁区11-1、11-2、11-3等よりなる。矢印12は磁化スピンの方向を示す。磁区11-1、11-2等においては磁化スピンは膜面に平行であり、且つ、磁壁13が明瞭に存在し、磁区の大きさは数 μm から数 mm である。また、軟磁性下地層4は通常膜厚として0.5 μm 程度、磁気特性は記録再生感度を高めるために透磁率を1500以上で保磁力を10e以下に設定されているのが一般的である。一方、記録層5となるCoCr層は、通常膜厚が0.2 μm 程度で垂直保磁力は10000e程度に設定されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

前記の記録媒体1Aにレベルが一定の信号を記録して再生した場合の1周に亘る1トラックターン分の再生信号の波形を第56図に示す。

第57図はヘッド2の真上から記録媒体1Aに30eの磁界を作用させた時の上記トラックターンの再生信号波形を示す。ここで、記録時の単磁極型ヘッド2の記録磁界は垂直磁気記録層5の垂直保磁力より大きく設定され、通常は20000e以上である。従って、30eの外部磁界はヘッド記録磁界に比べて格段に小さい値である。

しかし、このような小さい外部磁界に対しても、再生信号には符号14、15で示すように部分的にレベルダウンが発生する。これは、上記外部磁界によって垂直磁気記録層5に記録されていた情報が部分的に消去されたことによるものである。通常、磁気記録装置内には3~50e程度の浮遊磁界が存在するため、従来の媒体1Aでは浮遊磁界による情報消去が起こり易く、記録情報の信頼性が十分ではない。

この浮遊磁界による情報の消去は、下地層4Aの不規則な磁壁移動と深く関連すると考えられている。即ち、浮遊磁界の作用によって下地層4Aの磁壁がある部分で不規則に移動すると、その部分の透磁率が一時的に高くな

り、浮遊磁界の磁束がヘッド2の主磁極6を通して上記部分に多く流れ込むために、この部分の記録層5に記録されている情報を消去してまうと考えられる。

本発明は、上記実情に鑑み、浮遊磁界による情報の消去が発生しにくい高性能な垂直磁気記録媒体及びその製造方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、基板上に少なくとも軟磁性下地層を介して垂直異方性を有する磁気記録層を形成した二層膜構造の垂直磁気記録媒体において、前記下地層を少なくとも磁気ヘッド近傍における浮遊磁界以下の外部磁界に対して磁壁移動を抑制する構成とする。

〔作用〕

少なくとも磁気ヘッド近傍における浮遊磁界以下の外部磁界に対して下地層の磁壁移動を抑制しているため、不規則な磁壁移動は発生しない。従って、浮遊磁界による情報の消去が発生しにくく、高性能な垂直磁気記録媒体を実現し得る。

〔実施例〕

第1図は本発明になる垂直磁気記録媒体の第1実施例である二層膜構造の垂直磁気記録媒体1Bを示す。同図中、第54図と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

軟磁性下地層4Bは、第1図に拡大して示すように帯状の磁区20-1、20-2、20-3、20-4...よりなる縞状磁区構造を有する。

ここで、縞状磁区構造について説明する。

第2図は、縞状磁区構造のモデルを示す。磁化スピンの角度が第3図中線Iで示すようにX方向上連続して変化している。また、磁化スピンの角度がX方向上連続して変化しているため、浮遊磁界が作用しても不規則な磁壁移動は起きず、磁化スピンの角度が変化する回転型磁化過程となる。

磁化スピンの膜面(x-y平面)に対する傾斜の方向が「+」か「-」かで区別して各々を磁区と過程すると、20-1、20-2、20-3、20-4が磁区となる。磁化スピンの傾斜が「+」の磁区20-1、20-3を第1図中黒色で示し、磁化スピンの傾斜が「-」の磁区20-2、20-4を第1図中白抜きで示す。また、各磁区20-1~20-4は帯状を成しており、その幅wは下地層4Bの厚さ、組成及び成膜法により異なるが、通常はミクロンオーダーである。なお、磁区20-1~20-4の幅wは多少ばらつきがあるが、磁区20-1~20-4のピッチは略規則的である。

また、縞状磁区構造を有する下地層4Bは第4図に示すような磁化特性を示す。

十分大きな磁界を膜面内のある方向(これを第2図中y方向とする)に加えると、磁化はこれと平行になって飽和する。次に磁化を減少させると、膜面に垂直方向にある一軸異方性の異方性磁界 H_K に等しくなったときに

縞状磁区に分裂し、磁界の減少と共に磁化と膜面のなす角度 θ が増加して減磁する。これにより、上辺に見られる傾いた直線状の磁化特性が得られる。磁界の向きを-y方向に変えてもしばらくは θ の値が増すのみであるが、ある保磁力 $-H_c$ に達すると磁化が膜面で回転し初め、これに伴って縞の向きも回転してやがて磁化は-y方向に向かう。これは、 $H=-H_c$ における垂直の磁化曲線に対応する。さらに磁界の大きさを増すと、今度は θ が小さくなり、 $H=H_k$ にて0となって、飽和状態に達する。

縞状磁区構造は、スパッタ成膜の場合、軟磁性下地層4Bのターゲット組成や雰囲気圧力等の成膜条件を適切に選択することにより実現できる。本実施例の軟磁性下地層4Bは、以下の成膜条件〔1〕でアルマイト表面処理されたAl製基板3上に形成することにより縞状磁区構造を実現した。また、この軟磁性下地層4B上に膜厚が $0.15\mu\text{m}$ で垂直保磁力が10000eのCoCr記録層5を積層することにより記録媒体1Bを作成した。

成膜条件〔1〕：

スパッタ方式：プレーナマグネトロン
ターゲット：Fe-81wt%Ni（6インチφ）
RF電力：1kw
Ar雰囲気圧：3mTorr
基板温度：100°C
膜厚：5 μm

このような軟磁性下地層4Bでは、50eを超える外部磁界に対しても磁壁移動が抑制されていることがカー効果測定装置を利用して確認された。

上記記録媒体1Bを使用して外部磁界に対する記録情報の信頼性実験をした結果を以下に説明する。

第5図は、記録媒体1Bにレベルが一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形を示す。

次に、同じトラックターンを繰り返し再生している時に、ヘッド真上から外部磁界を印加した。この磁界の強さを30eとした場合、信号のレベルダウンは無く、さらに磁界の強さを3倍強まで高めて100eとした時の再生信号の波形を第6図に示す。同図から明らかなように、レベルダウンの部分は認められず、情報信号の消去は依然として発生していない。

従って、上述の記録媒体1Bは浮遊磁界による情報消去が抑制され、情報記録状態の維持に関して等しい高信頼性を有する。

第7図及び第8図は、夫々本発明になる垂直磁気記録媒体の第2及び第3実施例である二層膜構造の垂直磁気記録媒体1C及び1Dの断面模式図を示す。

記録媒体1Cにおいては、軟磁性下地層4Cの第1の軟磁性下地層（4Ca）が上述の縞状磁区構造を有し、第2の軟磁性下地層4Cbが面内磁区構造を有する二層構造となっている。

また、記録媒体1Dにおいては、軟磁性下地層4Dの第1の軟磁性下地層（4da）が面内磁区構造を有し、第2の軟磁性下地層（4db）が縞状磁区構造を有する二層構造となっている。

このような軟磁性下地層（4C、4D）は、先のスパッタリング法を用いても実現できる。ここでは、第9図で示すめっき装置を用いて形成した。めっき槽33内のめっき液27は、硫酸ニッケル（ $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）と塩化ニッケル（ NiCl_2 ）と硫酸第一鉄（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）とを主成分としたものを用い、以下の成膜条件〔2〕を順次選択することにより縞状磁区構造と通常の面内磁区構造を有する二層軟磁性下地層をNiめっき処理されたAl製基板3に形成した。この時の縞状磁区下地層及び面内磁区下地層の膜厚はそれぞれ $0.5\mu\text{m}$ とした。26は基板ホルダ、28はめっき電極である。

成膜条件〔2〕

面内磁区 浴温：30～37°C
基板回転数：90～170rpm
電流密度：2～6A/dm²

縞状磁区構造

浴温：40°C以上
基板回転数：90～170rpm
電流密度：2～6A/dm²

第10図（a）及び第11図（a）は記録媒体1C、1Dにレベル一定の信号を記録して再生した時のトラックターン分の再生信号の波形を夫々示す。また、記録媒体1C、1Dに単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から100e外部磁界を印加して、情報消去の様子を観測した結果を夫々第10図（b）及び第11図（b）に示す。第10図及び第11図からわかるように、これらの記録媒体1C及び1Dにおいても、磁気記録装置内の3～50eの浮遊磁界と比べて大きな100eの外部磁界でもレベルダウンの部分は認められず、情報消去は依然として発生していないことがわかる。従って、記録媒体1C及び1Dは浮遊磁界による情報記録状態の維持に関して高信頼性を有する。

第2及び第3実施例では、二層構造の軟磁性下地層を用いているが、勿論、それ以上の数の層を交互に設けても同様な効果が得られることは言うまでもない。

第12図は、本発明になる垂直磁気記録媒体の第4の実施例である二層膜構造の垂直磁気記録媒体1Eを示す。同図中、第1図と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

軟磁性下地層4Eは、第12図に拡大して示すように、各帯状の磁区21-1、21-2、21-3、…が記録媒体1Eの周方向、即ち、トラック方向と略同じ方向に延在した縞状磁区構造を有する。

例えば第13図に示す記録媒体1Fの様に軟磁性下地層4Eが縞状磁区構造を有しても、各帯状の磁区22-1、22-2、…が記録媒体1Fの半径方向、即ち、トラックに対して直交する方向に延在する場合には、再生時に主磁極が下地

層4Fの各帯状の磁区22-1, 22-2, ...を横切ることになる。これに起因して、ノイズスペクトルは第14図に線23で示す如くなり、記録媒体1Fの周速度を13m/sとすると、縞のピッチ(2 μ m)程度に対応する3MHz付近にノイズピーク24が発生してしまう。これにより、ノイズは増加してS/Nを低下させ、高密度記録の上で障害となる。

しかし、第12図に示す縞状磁区構造を有する記録媒体1Eの場合には、再生時に主磁極が帯状の磁区21-1, 21-2, ...を横切ることはない。このため、ノイズスペクトルは第15図に線25で示す如くなり、ノイズピークは発生しない。従って、記録媒体1Eは浮遊磁界による情報消去が発生しにくく、しかもS/Nが改善されたものとなる。勿論、第2及び第3実施例において説明した記録媒体の軟磁性下地層の一部を構成する縞状磁区構造の層の各帯状磁区をトラック方向と同じ方向に延在すれば同様の効果がある。

第16図は第12図の縞状磁区構造を形成する方法を説明する図である。第16図中、30, 31は永久磁石であり、スパッタリング装置内に設置された基板3の上面側に配される。33は磁束であり、基板3の周方向に作用する。スパッタリングのとき、永久磁石30, 31を軸34を中心に矢印方向35に回転させる。これにより、基板3の下面には周方向の磁界が印加される。この状態で、第1実施例と同様の条件でスパッタリングを行うと、第12図に示すように各帯状の磁区21-1, 21-2, ...が基板3の周方向上に延在した縞状磁区構造の軟磁性下地層4Eが形成される。

次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第5実施例を説明する。まず、スパッタリング法を用いて、アルマイト表面処理がなされたAl製基板上に2種類のCoCr/NiFe二層膜記録媒体1A及び1Gを作成した。なお、軟磁性下地層4A, 4Gへの成膜条件〔3〕は以下の通りであり、この上に膜厚が0.15 μ mで垂直保磁力が10000eのCoCr記録層5を積層した。

成膜条件〔3〕:

スパッタ方式: プレーナマグネトロン

ターゲット: 記録媒体1A Fe-81wt%Ni (6インチφ)

記録媒体1G Fe-80wt%Ni (6インチφ)

RF電力: 1kw

Ar雰囲気圧: 2mTorr (記録媒体1A),

3mTorr (記録媒体1G)

基板温度: 60°C (記録媒体1A),

100°C (記録媒体1G)

膜厚: 0.5 μ m

第17図に示す記録媒体1Aは従来の垂直磁気記録媒体に相当し、第18図に示す記録媒体1Gは本発明になる垂直磁気記録媒体の第5実施例である。ここで、両記録媒体1A及び1Gの異なる点は、軟磁性下地層4A, 4Gの保磁力である。第19図(a), (b)に媒体1A, 1Gの下地層4A, 4GのB-H特性を夫々示す。記録媒体1Aの保磁力は0.80eで

あり、記録媒体1Gの保磁力は磁気記録装置内の浮遊磁界より大きい6.50eである。このとき、記録媒体1Aの軟磁性下地層4Aは磁気記録再生装置の浮遊磁界以下の20eの外部磁界で磁壁移動が起こるのに対し、記録媒体Gの下地層4Gは50eを越えても磁壁移動が抑制されていることがカー効果測定装置を利用して確認された。

第20図(a), (b)は記録媒体1A, 1Gにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形を夫々示す。また、記録媒体1A, 1Gに単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から30e及び60e外部磁界を印加して、情報消去の様子を観測した結果を夫々第21図(a), (b)に示す。第21図からわかるように、記録媒体1Aでは30eの外部磁界で部分的な情報消去(符号14, 15の部分)が見られるのに対し、記録媒体1Gでは60eの外部磁界にも情報が消去されない。従って、記録媒体1Gの浮遊磁界に対する情報消去の改善効果は明らかである。

次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第6実施例を説明する。まず、成膜条件は第5実施例で述べた記録媒体1Aと同一でディスク半径方向に磁場を印加した状態で軟磁性下地層4H, 4Iをスパッタ成膜して第22図及び第23図に示す記録媒体1H及び1Iを作成した。記録媒体1Iは、本発明になる垂直磁気記録媒体の第6実施例である。両記録媒体1H, 1Iの下地層4H, 4Iには半径方向を磁化容易軸とする磁気異方性が付与され、その結果、円周方向のB-H特性は回転磁化モードを示す第24図(a), (b)の如くになった。記録媒体1Hは弱い磁場中で成膜したため異方性磁界は磁気記録再生装置内の磁気ヘッド近傍における浮遊磁界以下の20eであるのに対し、記録媒体1Iは強い磁場中で成膜したので、異方性磁界は磁気記録再生装置内の浮遊磁界に比べ大きい80eである。このとき、記録媒体1Hの下地層4Hは30eの外部磁界で磁壁移動が起こるのに対し、記録媒体1Iの下地層では50eを越えても磁壁移動が抑制されていることがカー効果測定装置にて確認された。

第25図(a), (b)は記録媒体1H, 1Iにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形を夫々示す。また、記録媒体1H, 1Iに単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から30e及び60e外部磁界を印加して、情報消去(符号14, 15の部分)の様子を観測した結果を夫々第26図(a), (b)に示す。第26図からわかるように、記録媒体1Hでは、30eの外部磁界で部分的な情報消去(符号14, 15の部分)が見られるのに対し、記録媒体1Iでは60eの外部磁界にも情報が消去されず、浮遊磁界に対する情報消去の改善に有効である。

なお、本実施例では半径方向を磁化容易軸とする磁気異方性が付与されているが、この異方性の方向はこれに限定されるものではなく面内方向であれば良い。但し、トラック方向と異方性の方向とのなす角が同一トラック

上で変化すると、記録再生効率が変化して再生信号波形のエンベロープが悪化してしまう。例えば、第28図は異方性を第27図の如く一方向に固定した記録媒体の再生信号波形を示すが、明らかにエンベロープが悪化している。従って、磁化容易軸方向と記録トラックとのなす角度が同一トラック上の各位置において常に一定である磁気異方性付与が望ましい。

第29図及び第30図は、スパッタリング法を用いて実現した本発明になる垂直磁気記録媒体の第7及び第8実施例である垂直磁気記録媒体1J, 1Kを示す。各図中、3はアルマイト処理されたAl基板、4J, 4KはNiFe（パーマロイ）の軟磁性下地層であり、透磁率が1500で厚さが $2\mu\text{m}$ である。5は垂直磁気異方性を有するCoCrの磁気記録層であり、厚さが $0.15\mu\text{m}$ で垂直保磁力が10000eである。42はこれらの実施例の要部をなす硬磁性層であり、記録媒体1Jでは基板3と軟磁性下地層4Jとの間に、記録媒体1Kでは軟磁性下地層4Kと垂直磁気記録層5との間に配してある。硬磁性層42は、厚さが $0.02\mu\text{m}$ で保磁力が800eのFeCoからなる。また、この硬磁性層42は通常のスパッタリング形成では残留磁化の方向は限定されず、一様とはならない。このような硬磁性層42はこの上面もしくは下面に形成される軟磁性下地層4J, 4Kに水平方向のバイアス磁界H1を印加する。これにより、軟磁性下地層4J, 4Kは不規則な磁壁移動を起こし易い枕木磁壁の発生が抑制され、且つ、硬磁性層42の残留磁化方向に対応した水平方向（面方向）に向けた面内異方性が軟磁性下地層4Aに付与される。

記録媒体1J, 1Kの下地層4J, 4Kでは、外部磁界が50eを越えても磁壁移動が抑制されていることがカー効果測定装置にて確認された。

第31図（a）、（b）は夫々記録媒体1Jにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形及び単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から100e外部磁界を印加して、情報消去の様子を観測した結果を示す。同様に、第32図

（a）、（b）は夫々記録媒体1Kにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形及び単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から100eの外部磁界を印加して、情報消去の様子を観測した結果を示す。第31図及び第32図からわかるように、両記録媒体1J, 1Kとも磁気記録再生装置内の浮遊磁界よりも十分大きい100eの外部磁界に対しても情報が消去されず、浮遊磁界に対する情報消去の改善は著しい。

しかし、残留磁化の方向が一様ではない上記記録媒体では、そのバイアス磁界によって誘起される軟磁性下地層の磁気異方性の向きが同一トラック上の各位置において一定でないため、記録再生効率が変動して再生信号波形のエンベロープが悪化してしまう。

そこで、この課題を解決したのが第33図に示す本発明

になる垂直磁気記録媒体の第9実施例である垂直磁気記録媒体1Lである。記録媒体1Lの構成は記録媒体1Jと全く同じである。異なるのは、第33図の符号44で示すように硬磁性層42の残留磁化の向きが面内で周方向（トラック方向）に揃った状態となっていることである。従って、この硬磁性層42のバイアス磁界H2によって誘起される軟磁性下地層4Lの磁気異方性の向きは同一トラック上の各位置において略一定となり、記録再生効率の変化が生じない。なお、硬磁性層42の残留磁化の方向は外部より磁界を印加することにより制御した。

第34図（a）、（b）は夫々記録媒体1Lにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形及び単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から外部磁界を印加して情報消去の様子を観測した結果を示す。同図より明らかな如く、再生信号波形のエンベロープは改善されており、且つ、浮遊磁界に対する情報消去の抑制効果も維持されている。

なお、上記実施例では磁化容易軸方向をトラック方向と一致させた構成であるが、これに限らず、磁化容易軸の方向がトラック上のどの位置でもトラック方向に対して一定の方向であれば上記と同様の効果をえられる。例えば、磁化容易軸の方向を記録媒体の半径方向に定めても良い。また、硬磁性層は、FeCoに代えて他の硬磁性層でも良く、例えば、CoNiを厚さ $0.02\mu\text{m}$ 及び保磁力1000eで形成すれば良い。

第35図は、本発明になる垂直磁気記録媒体の第10実施例である二層膜構造の垂直磁気記録媒体1Mを示す。第36図は第35図の記録媒体1Mの構造を拡大して示す。各図中、3はアルマイト処理されたAl製基板、4Mは透磁率が800で厚さが $1\mu\text{m}$ のNiFe（Fe-81wt%Ni）軟磁性下地層である。5は保磁力が10000eで厚さが $0.15\mu\text{m}$ のCoCr垂直磁気記録層である。

第37図はこの記録媒体1Mにレベルが一定の信号を記録し、これに外部よりヘッド真上から磁気記録再生装置内の浮遊磁界より十分大きい100eの磁界を作用させた時の1トラックターン分の再生信号の波形を示す。同図より分かるように、レベルダウンの部分は認められず、記録媒体1Mは浮遊磁界による消去が抑制され、情報記録状態の維持に関して高信頼性を有する。

また、第57図と比較してわかるように、出力レベルの低下はなく、従来と同程度の再生出力が得られる。なお、軟磁性下地層4Mの透磁率が50～800の範囲で、且つ、厚さが $1\mu\text{m}$ 以上の範囲であれば、上記と同様の効果が得られる。

透磁率800の軟磁性下地層4Mは例えば第9図に示すめっき装置により形成された。基板3には厚さ1000ÅのNiFe下地導電膜が予めスパッタリング法により形成してある。この基板3を基板ホルダ26に支持して、硫酸ニッケルと硫酸第1鉄が主成分でありPHが2のめっき液27Mを満たしためっき槽33に下部のめっき電極28に対向させて

配置して170rpmで回転させる。この時、電流密度は6A/dm²で浴温は40℃である。この条件で電解めっきを行うことにより、下地導電膜上に透磁率が800のNiFe軟磁性下地膜4nmが形成される。

なお、浴温を変えることにより透磁率の異なる所望の軟磁性下地層が形成できる。例えば、浴温を35℃とすると透磁率が2000の軟磁性下地層が形成され、浴温を43℃とすると、透磁率が100の軟磁性下地層が形成される。

また、上記の軟磁性下地膜は基板温度、ターゲット組成等の成膜条件を適宜定めればスパッタリング法や蒸着法によっても形成し得る。

次に、軟磁性下地層の透磁率と浮遊磁界による情報消去との関連についての実験を説明する。

【実験1】

第38図に示すように、軟磁性下地層の厚さを0.5μmに固定し、透磁率が1500, 800, 100と異なる種類の垂直磁気記録媒体①, ②, ③を作成して（記録媒体①は従来例に相当）単磁極型ヘッドを用いて情報の記録再生を行った。さらに、再生中にヘッド真上から外部磁界を印加して情報消去の様子を観察した。

第38図より分かるように、従来例の一つに相当する記録媒体①においては30eの強さの外部磁界を加えただけで部分的な情報消去が認められた。100eの強さの外部磁界に対しては情報消去の程度は更に顕著となる。

一方、記録媒体②, ③においては、100eの強さの外部磁界を加えても情報消去が発生しないことが分かる。

第39図は、上記の実験に基づいて、外部磁界100eを印加したときの記録媒体一周に相当する1トラックターンについての再生の最小出力／平均出力と軟磁性下地層の透磁率との関係を示す図である。同図中、線Iから分かるように、透磁率が800以下では最小出力／平均出力は100%であり、部分的消去が発生しないことが分かる。

従って、浮遊磁界による情報消去が発生しにくいようにするためには、透磁率を従来例における一般的な値である1500より大幅に下げた値800以下とすることが必要である。

しかし、第38図中の記録媒体②, ③について見られるように、軟磁性下地層の透磁率を800以下とすると、再生出力が低下してしまうという新たな問題が生じた。透磁率が800以下である制約の下にこの問題を解決する必要がある。

次に、軟磁性下地層の透磁率を100程度とし、その厚さと再生出力の関連についての実験を説明する。

【実験2】

第40図に示すように、透磁率800以下である100に固定して、厚さが0.5μmの記録媒体④と厚さが2μmの記録媒体⑤と、透磁率が50で厚さが20μmの記録媒体⑥とを作成した。

これらの記録媒体④, ⑤, ⑥に情報を単磁極型ヘッドで記録後、ヘッド真上から100eの外部磁界を印加した状

態で再生した。この実験より次の二つの事実が分かった。

第一に、前記の実験1により既に裏付けられた事実であるが、情報消去は発生していないことが分かった。

第二に、厚さを従来の一般的な厚さである0.5μmより大幅に厚くして2μm, 20μmとすると、再生出力が増加することが分かった。

第41図は上記の実験IIの結果である第2の事実に着目して、記録効率（ヘッド起磁力の有効利用率）と軟磁性下地層の厚さとの関係を求めたものである。同図中、線IIは透磁率が従来の一般的な値である1500の場合の関係を示す。線IIIは透磁率が100の場合の関係を示す。線IIから、透磁率が1500の軟磁性下地層の場合には膜厚が0.5μm（従来例）の時の記録効率は30%であることが分かる。透磁率が100の下地層の記録媒体では、線IIIから分かるように、厚さ0～4μmまでの範囲では記録効率が漸次増加し、4μm以上では記録効率は従来の場合の記録効率である30%を越えていることが分かる。また、厚さが0.5μmでは記録効率は約25%と十分ではないが、厚さが1μm程度になると約28%となり、満足できる値となることが分かる。更に、本発明において下地層の最大膜厚はその効果上制限はないが、生産効率やコストの面から20μm程度（記録媒体⑥）となる。

従って、軟磁性下地層の透磁率が800以下であっても厚さを1μm以上とすれば従来と比べて遜色のない所望の記録効率を得ることができる。

以上説明した様に、実施例の記録媒体では、浮遊磁界が作用したときに情報が消去されてしまうことを抑制することが出来、しかも十分な記録効率を達成することができるため情報記録の信頼性の向上に著しく寄与する。

磁性膜の異方性付与の手段としては、磁場中で薄膜形成する手法や基板（ディスク）上にスジ状の凹凸を形成した後磁性膜を形成する方法が知られている。前者は特開昭62-212918号公報にて提案されており、後者は特開昭62-262217号公報にて提案されている。

しかし、前者の方法では磁場印加システムを成膜装置に組み込む必要が生じ、装置本体が高価になってしまう欠点を持つ。また、後者の方法では、従来異方性付与のためにディスク全面にスジ状の凹凸を形成していたため、電磁変換素子となる磁気ヘッドを搭載したスライダの浮上変動を引き起こしたり、凸部の存在により実効的なスペーシングが減少し、その結果、ヘッドとディスクの接触確率が増加して信頼性が低下してしまうといった問題を有していた。

これに対し、本発明者らは、ディスク基板上にスジ状の凹凸を円周方向に一部形成するだけで、基板上に形成された下地層に円周方向を磁化容易軸とする異方性が付与されることを見出した。

次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の製造方法の第1実施例について説明する。

本実施例では、第42図(a)に示す如く表面がNiめっき処理された5インチ径のAl製基板3上に表面の粗さ $R_a=3\mu\text{m}$ のスジ状の凹凸3Nを円周方向に形成する。その後、NiFe軟磁性下地層4Nをめっき法、CoCr垂直記録層5をスパッタ法により順次形成して第42図(b)に示す垂直磁気記録媒体1Nが完成する。

ここで、記録媒体1Nのスジ状の凹凸3Nは、研磨テープを用いて実現し得る。また、NiFe軟磁性下地層4Nのめっきの成膜条件は第10実施例で述べた透磁率が2000の条件に準ずる。なお、記録媒体1Nの膜構成はNiFe軟磁性下地層4Nの膜厚が $2\mu\text{m}$ 、CoCr垂直記録層5の膜厚が $0.15\mu\text{m}$ であり、CoCrの保磁力は10000eである。

第43図(a)、(b)は夫々記録媒体1Nの部分X、YでのNiFe軟磁性下地層4Nの磁気特性を示す。明らかに、円周方向を容易軸とする異方性は付与されている。しかも、スジ状凹凸部の3N(X)の磁気特性とスジ部が形成されていないフラット部(Y)の磁気特性は同等である。

第44図(a)、(b)は夫々記録媒体1Nにレベル一定の信号を記録して再生した時の1トラックターン分の再生信号の波形及び単磁極型ヘッドを用いて情報を記録再生中にヘッド真上から30e外部磁界を印加して情報消去の様子を観測した結果を示す。同図より明らかな如く、記録媒体1Nでは30eの外部磁界でも部分的な情報消去がみられず、浮遊磁界による情報消去の改善に有効であることがわかる。

本実施例の製造方法では、異方性付与の手法として基板3の一部にスジ状の凹凸3Nを円周方向に形成すればよく、記録再生を行う磁気ヘッドとの浮上マージン低下を極力抑えることができる。この結果、優れた信頼性を示す媒体を提供することができる。なお、スジ状の凹凸基板3と軟磁性下地層4Nとのうち少なくとも一方の一部に形成すれば同様の効果が得られる。

垂直磁気記録媒体の軟磁性下地層は、記録再生感度向上に寄与するものの、ノイズの発生源ともなりうる。ノイズが発生すると、再生時のS/N比が低下する。従って、S/N比を向上させるためには、軟磁性下地層に関連するノイズが小さい垂直磁気記録媒体の製造方法が望まれている。

通常は、基板上に軟磁性下地層をスパッタリング等により形成し、更にこの上に磁気記録層をスパッタリング等により形成し、以上で完成という製造方法である。しかし、このような製造方法では軟磁性下地層が必ずしもノイズを低減する磁区状態となるとは限らず、その結果、ノイズが増大し、再生時のS/N比の低下をきたす。

そこで、軟磁性下地層に関連するノイズを低減することが可能な本発明になる垂直磁気記録媒体の製造方法の実施例について説明する。

第45図は本発明になる垂直磁気記録媒体の製造方法の第2実施例を示す。

まず、二層膜記録媒体の製造方法を説明すると、工程S1では第46図に示すように、アルマイト処理されたAl製基板3上に、NiFeをスパッタリングして軟磁性下地層4Pを $2\mu\text{m}$ 程度の厚さに形成する。軟磁性下地層4Pは、ターゲット組成、Ar雰囲気圧等の成膜条件を制御することにより第47図(a)に示す面内磁区構造4Pa又は同図(b)に示す縞状磁区構造4Pbとなる。各磁区の延在方向は特定されない。

次に、磁気記録層形成工程S2を行う。この工程S2では、第48図に示すように、先の工程S1で形成した軟磁性下地層4P上に、CoCrをスパッタリングして垂直磁気異方性を有する磁気記録層5を $0.2\mu\text{m}$ の厚さに形成する。これにより、半完成記録媒体1Psを得る。

次に、軟磁性下地層4Pの磁区調整工程S3を行う。この工程S3では、第49図に示すように、半完成記録媒体1Psを磁界発生源を内蔵した再生装置49に組み込み、単磁極型ヘッド50(第53図参照)により再生する。このとき、下地層4Pに関連するノイズが再生され、これがスペクトラムアナライザ51に供給され、例えば符号52で示すようなノイズスペクトルが表示される。

第50図は、このノイズスペクトル52を拡大して示す。この時、使用ヘッドはトラック幅が $10\mu\text{m}$ でコイル巻数が33ターンであり、媒体周速度は13m/sであり、スペクトラムアナライザの分解能帯域幅は30KHzで測定した。同図より分かるように、周波数3MHz付近で、約 $2\mu\text{Vrms}$ となるノイズのピークが存在し、媒体ノイズは大きな値となる。

53は電磁石又は永久磁石よりなる磁界発生源であり、上記再生装置49内に設けてあり、例えば1000eという磁界54を、半完成記録媒体1Psに印加する。また、この磁界発生源53は、その姿勢を自由に換えられる構成となっており、半完成記録媒体1Psに対して任意の方向の磁界を印加することが可能である。

磁界54が印加されると、軟磁性下地層4Pの磁区構造が換えられ、これに伴って、上記のノイズの状態が変わる。

スペクトラムアナライザ51を観測しながら、磁界発生源53を調整操作して下地層4Pの磁区を調整し、ノイズスペクトルが例えば符号55で示すようになってノイズが最小となった状態とする。即ち、下地層4Pに関連するノイズが最小となるように下地層4Pの磁区を調整する。

ノイズスペクトル55を拡大して示すと、第51図に示す如くなる。同図より分かるように、磁区調整前には現われていたピークが消失し、0~20MHzの測定帯域に渡ってほぼ平らなスペクトルとなり、媒体ノイズは著しく低減する。

第46図の段階で形成された軟磁性下地層4Pが例えば第47図(b)に示す縞状磁区構造4Pbである場合には、上記の磁区調整により磁区構造は第52図に拡大して示すように帯状の各磁区57が記録媒体の周方向(トラック方

向)に延在するようになっている。

これにより第52図に示す垂直磁気記録媒体1Pが完成する。4P'は磁区を調整された軟磁性下地層を示す。

このようにして製造された記録媒体1Pは、軟磁性下地層4P'に関連するノイズが少なく、従ってS/N比を向上できるものとなる。なお、通常の磁気記録装置内において、記録媒体1Pに作用する浮遊磁界の強さは3~50e程度と弱く、軟磁性下地層4P'の調整された磁区が変化することはない。

本実施例では垂直磁気記録層形成後に下地層の磁区調整工程S3を行っているが、軟磁性下地層4P'の形成後すぐに下地層4の磁区調整工程を行っても良い。また、上記の磁区調整工程S3ではノイズを観測しながら磁区調整を行なっているが、ノイズの観測と磁区調整とを順次行なうようにしてもよい。

なお、本実施例は、軟磁性下地層4P'の磁区構造が面内磁区構造4Paの場合にも渦状磁区構造4Pbの場合にも適用できる。

次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の製造方法の第3実施例について第58図と共に説明する。第58図中、第42図と実質的に同じ部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

本実施例では、基板3と軟磁性下地層4Nとの間に密着層620が形成される。この密着層620は、基板3と軟磁性下地層4Nとの密着性を向上させるために設けられ、例えば0.001~0.1 μ mの膜厚を有するTi、Cr等からなる。又、スジ状の凹凸620Nが密着層620に形成される。本実施例によれば、上記製造方法の第1実施例と同様な効果を得ることができる。

なお、本実施例の変形例として、スジ状の凹凸を基板3、密着層620及び軟磁性下地層4Nのうち少なくとも1つの一部に形成しても良いことは言うまでもない。

また、本発明は実施例のディスク及びその製造に限らず、テープ等の他の記録媒体及びその製造方法にも適用し得、同様の効果を有する。

又、各実施例において、基板、密着層、硬磁性層、軟磁性下地層及び磁気記録層に用いる材料は実施例のものに限定されるものではない。

例えば、基板にはリジッド又はフレキシブルな材料が用いられる。リジッドな材料としては、(強化)ガラス、アルミニウム、Niめっきされたアルミニウム、アルマイト処理されたアルミニウム、アルチックやアルミナ等のセラミクス、ガラスグレーズドセラミクスなどを用い得る。フレキシブルな材料としては、ポリイミドやポリエチレンナフタレート等の有機フィルムを用い得る。

密着層にはTi、Cr、Cu、Al等を用い得る。

硬磁性層には、FeCo、CoNi、CoPt、CoNiCr、FeO₄、 γ -Fe₂O₃等のCo系金属を用い得る。

軟磁性下地層には、Ni、NiFe、Co、CoZrCrやCoZrNb等のCoZr系金属、CoFe、Fe、FeN、FeSiAl、FeSiAlN等を用い得

る。

磁気記録層には、Co系金属、FeCoO、CoNiReP、Ba-フェライト等を用い得る。Co系金属には、CoCrやCoCrTaなどのようにCoとCr、Mo、V、W、Cu、Al、Ti、Ru、Rh、Re、Os、Ir、Nb、Ta、Zr及びPtを含むグループ内の1又は複数の元素とからなる合金が含まれる。

以上本発明を実施例により説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【発明の効果】

本発明によれば、下地層を浮遊磁界以下の外部磁界に対して磁壁移動を抑制する構成としているので、浮遊磁界による情報の消去を発生しにくく、高性能は垂直磁気記録媒体を実現できるので、実用的には極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

第1図は記録媒体の第1実施例を説明する図、
第2図は渦状磁区構造のモデルを示す図、
第3図は磁化スピンの変化の状態を示す図、
第4図は第1図中軟磁性下地層の磁化特性を示す図、
第5図は第1図の記録媒体の再生信号波形図、
第6図は100eの磁界下での第1図の記録媒体の再生信号波形図、
第7図及び第8図は夫々記録媒体の第2及び第3実施例を説明する断面図、
第9図はめっき装置の概略を示す断面図、
第10図は第7図の記録媒体の再生信号及び100eの磁界下での再生信号の波形図、
第11図は第8図の記録媒体の再生信号及び100eの磁界下での再生信号の波形図、
第12図は記録媒体の第4実施例を説明する図、
第13図は各帯状の磁区が半径方向に延在する記録媒体を説明する図、
第14図は第13図の記録媒体のノイズスペクトルを示す図、
第15図は第12図の記録媒体のノイズスペクトルを示す図、
第16図は第12図の磁区構造の形成方法を示す図、
第17図は従来の記録媒体の要部断面図、
第18図は記録媒体の第5実施例の要部断面図、
第19図は第17図及び第18図の記録媒体の下地層のB-H特性を示す図、
第20図は第17図及び第18図の記録媒体の再生信号波形図、
第21図は第17図及び第18図の記録媒体の30e及び60eの磁界下での再生信号の波形図、
第22図は下地層に半径方向を磁化容易軸とする磁気異方性が付与された記録媒体の要部断面図、
第23図は記録媒体の第6実施例の要部断面図、
第24図は第22図及び第23図の記録媒体の円周方向のB-H

H特性を示す図、

第25図は第22図及び第23図の記録媒体の再生信号波形図、

第26図は第22図及び第23図の記録媒体の30e及び60eの磁界下での再生信号の波形図、

第27図は異方性を一方向に固定した記録媒体の平面図、

第28図は第27図の記録媒体の再生信号波形図、

第29図及び第30図は夫々記録媒体の第7及び第8実施例を説明する図、

第31図は第29図の記録媒体の再生信号及び100eの磁界下での再生信号の波形図、

第32図は第30図の記録媒体の再生信号及び100eの磁界下での再生信号の波形図、

第33図は記録媒体の第9実施例を説明する図、

第34図は第33図の記録媒体の再生信号及び100eの磁界下での再生信号の波形図、

第35図は記録媒体の第10実施例を説明する図、

第36図は第35図の記録媒体を拡大して示す要部断面図、

第37図は第35図の記録媒体の100eの磁界下での再生信号の波形図、

第38図は下地層の透磁率と浮遊磁界による情報消去との関連についての実験結果を説明する図、

第39図は情報消去と下地層の透磁率との関係を示す図、

第40図は下地層の厚さと再生出力との関連についての実験結果を説明する図、

第41図は記録効率と下地層の厚さとの関係を示す図、

第42図は記録媒体の製造方法の第1実施例を説明する図、

第43図は第42図の記録媒体の部分X、Yでの磁気特性を示す図、

第44図は第42図の記録媒体の再生信号及び30eの磁界下での再生信号の波形図、

第45図は記録媒体の製造方法の第2実施例を示すフローチャート、

第46図は下地層形成工程を説明する図、

第47図は下地層の磁区構造を説明する図、

第48図は記録形成工程を説明する図、

第49図は下地層の磁区調整工程を説明する図、

第50図は磁区調整前のノイズスペクトルを示す図、

第51図は磁区調整後のノイズスペクトルを示す図、

第52図は完成した記録媒体を示す図、

第53図は記録媒体に対する浮遊磁界の作用を説明する図、

第54図は従来の記録媒体を示す図、

第55図は第54図の記録媒体の面内磁区のモデルを示す図、

第56図は第54図の記録媒体の再生信号波形図、

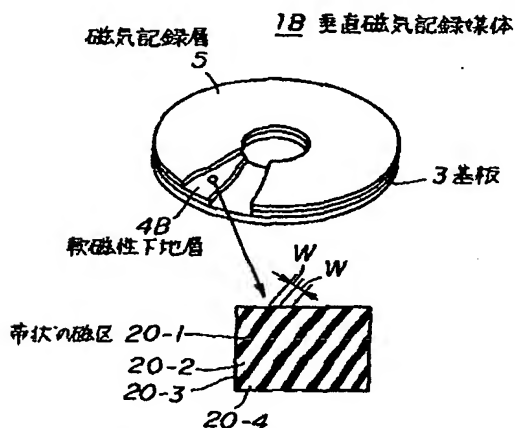
第57図は第54図の記録媒体の30eの磁界下での再生信号波形図、

第58図は記録媒体の製造方法の第3実施例を説明図である。

第1図～第53図及び第58図において、

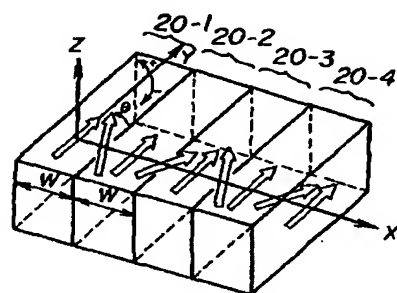
1A～1N、1Pは垂直磁気記録媒体、3は基板、4A～4N、4Pは軟磁性下地層、5は磁気記録層、20-1、20-2、21-1、21-2、22-1、22-2は縞状の磁区、42は硬磁性層、49は再生装置、50は単磁極型ヘッド、51はスペクトラムアナライザ、52、55はノイズスペクトル、53は磁界発生源、54は磁界を示す。

【第1図】



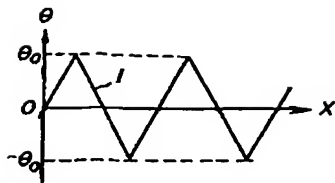
記録媒体の第1実施例を説明する図

【第2図】



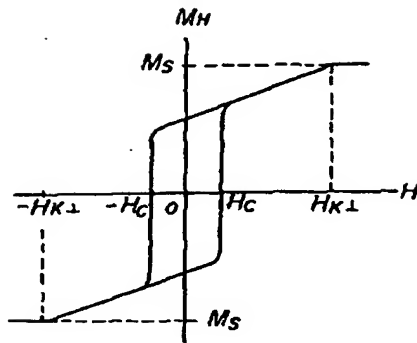
縞状磁区構造のモデルを示す図

【第3図】



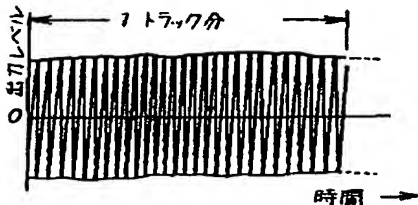
磁化スピンの変化の状態を示す図

【第4図】



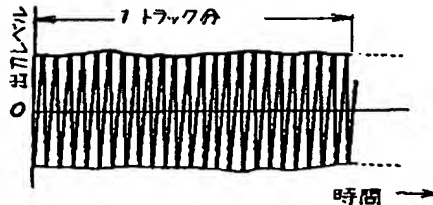
第1図中軟磁性下地層の磁化特性を示す図

【第5図】



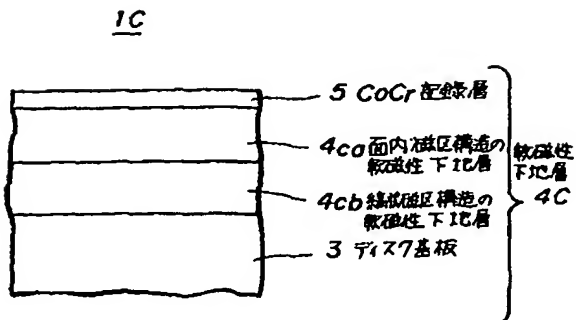
第1図の記録媒体の再生信号波形図

【第6図】



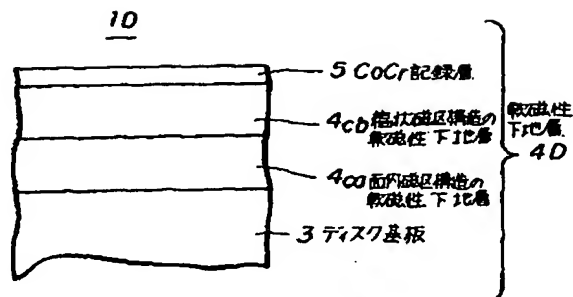
10 Oeの磁界下での第1図の記録媒体の再生信号波形図

【第7図】



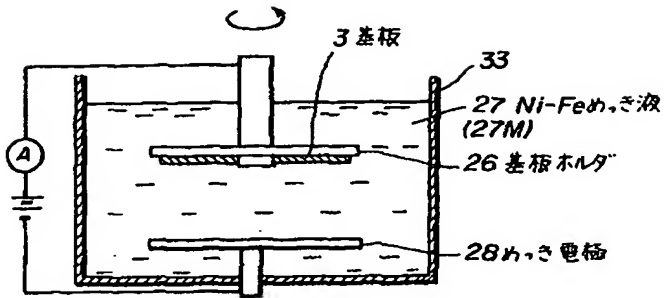
記録媒体の第2実施例を説明する図

【第8図】



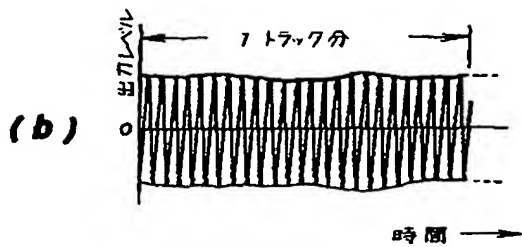
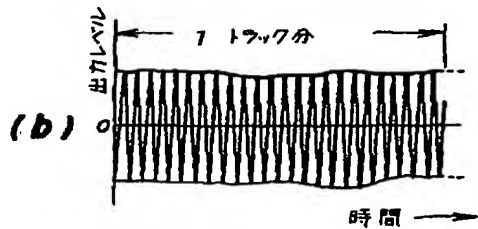
記録媒体の第3実施例を説明する図

【第9図】

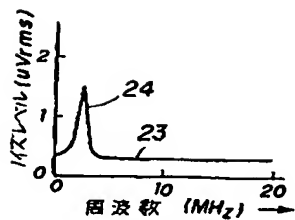


めっき装置の概略を示す断面図

【第11図】

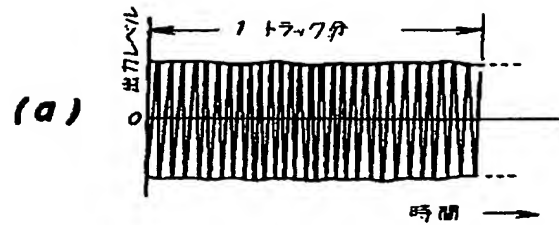
第8図の記録媒体の再生信号及び
10 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第14図】

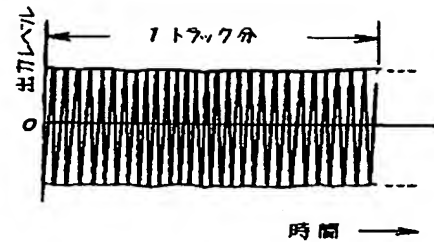


第13図の記録媒体のノイズスペクトルを示す図

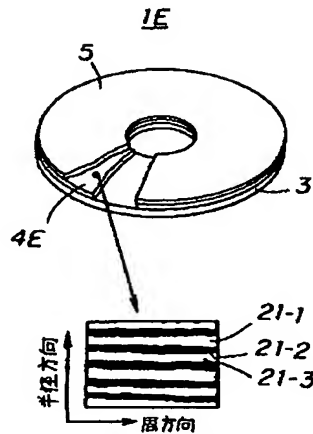
【第10図】



(b)

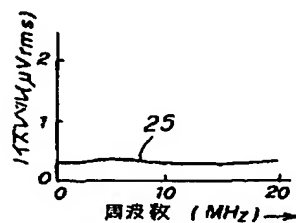
第7図の記録媒体の再生信号及び
10 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第12図】



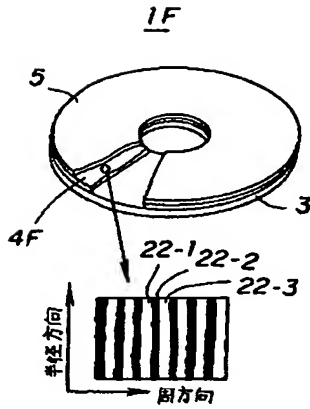
記録媒体の第4実施例を説明する図

【第15図】



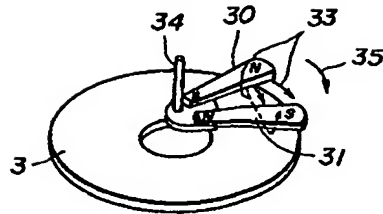
第12図の記録媒体のノイズスペクトルを示す図

【第13図】



各帯状の磁区が半径方向に延在する
記録媒体を説明する図

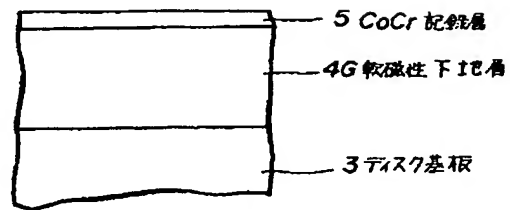
【第16図】



第12図の磁区構造の形成方法を示す図

【第18図】

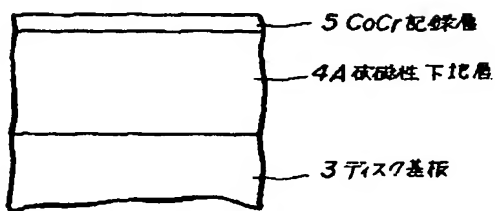
1G



記録媒体の第5実施例の要部断面図

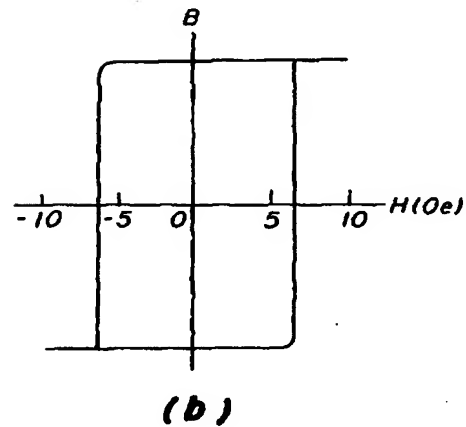
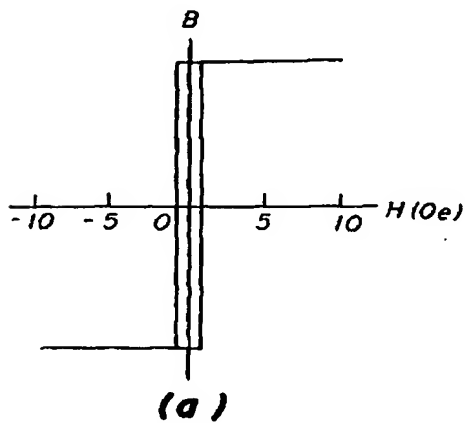
【第17図】

1A



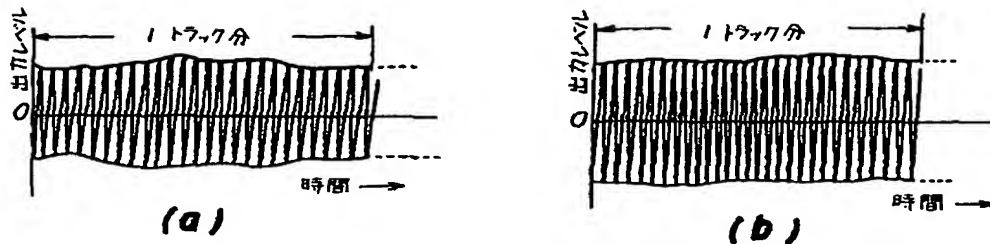
従来の記録媒体の要部断面図

【第19図】



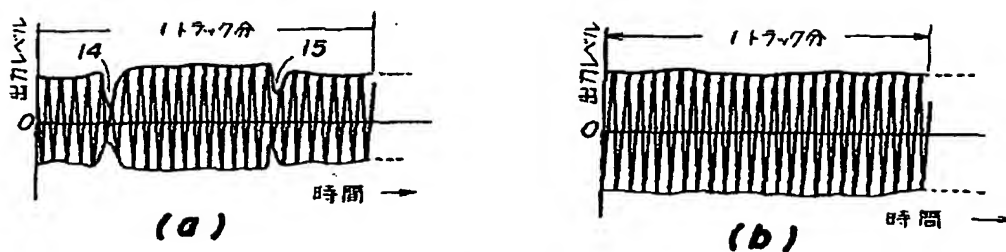
第17図及び第18図の記録媒体の下地層のB-H特性を示す図

【第20図】



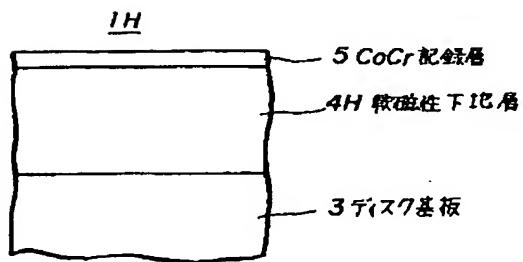
第17図及び第18図の記録媒体の再生波形図

【第21図】

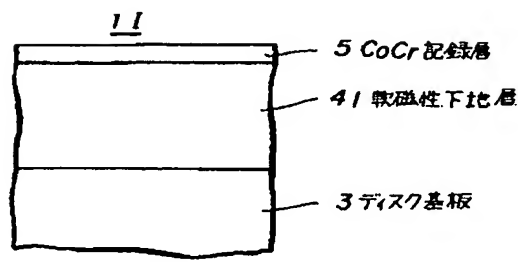


第17図及び第18図の記録媒体の3 Oe及び6 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第22図】

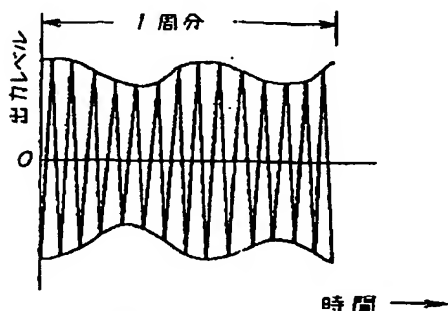
下地層に半径方向を磁化容易軸とする
磁気異方性が付与された記録媒体の要部断面図

【第23図】



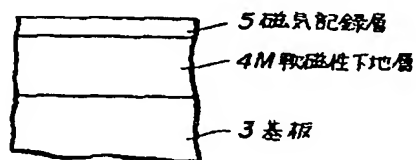
記録媒体の第6実施例の要部断面図

【第28図】



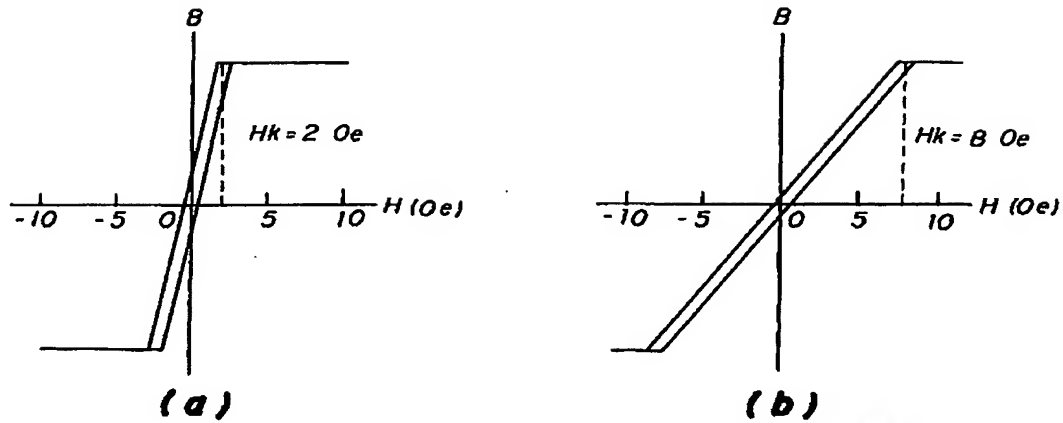
第27図の記録媒体の再生信号波形図

【第36図】



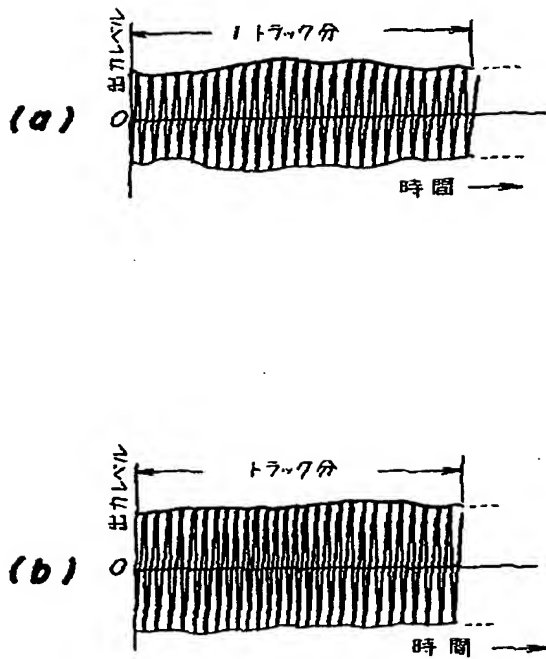
第35図の記録媒体を拡大して示す要部断面図

【第24図】



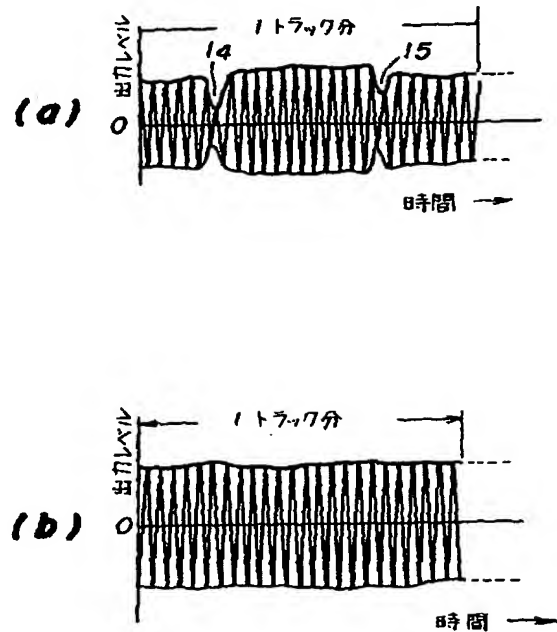
第22図及び第23図の記録媒体の円周方向のB-H特性を示す図

【第25図】



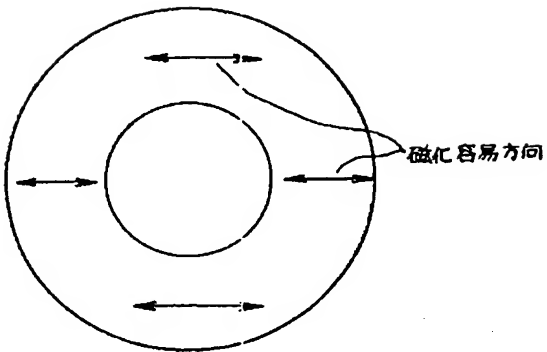
第22図及び第23図の記録媒体の再生信号波形図

【第26図】



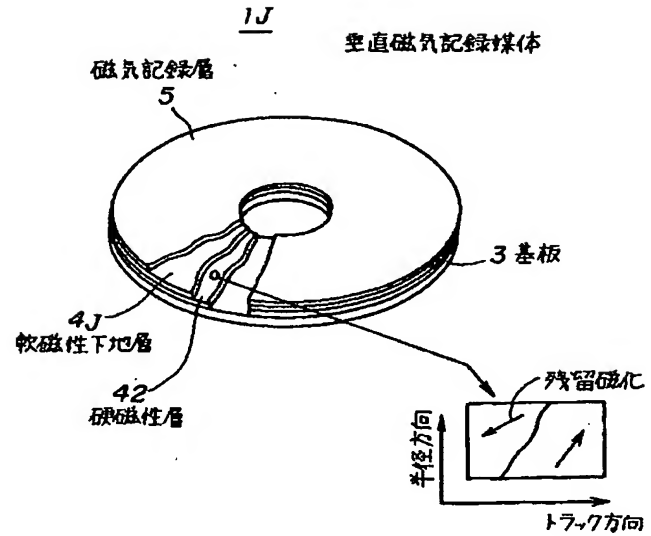
第22図及び第23図の記録媒体の3 Oe 6 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第27図】

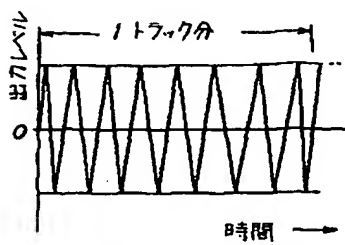


異方性を一方向に固定した記録媒体の平面図

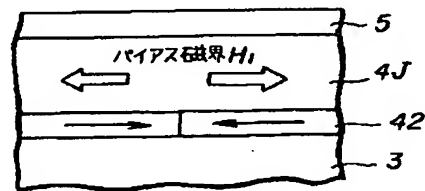
【第29図】



【第37図】

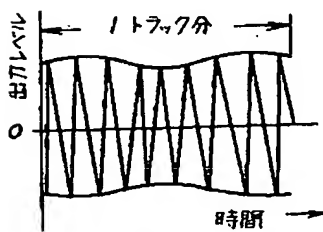


第35図の記録媒体の10 Oeの磁界下での再生信号の波形図

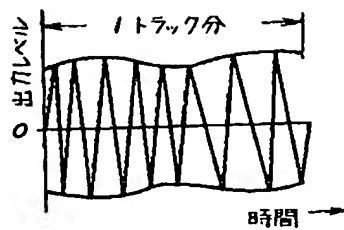


記録媒体の第7実施例を説明する図

【第31図】



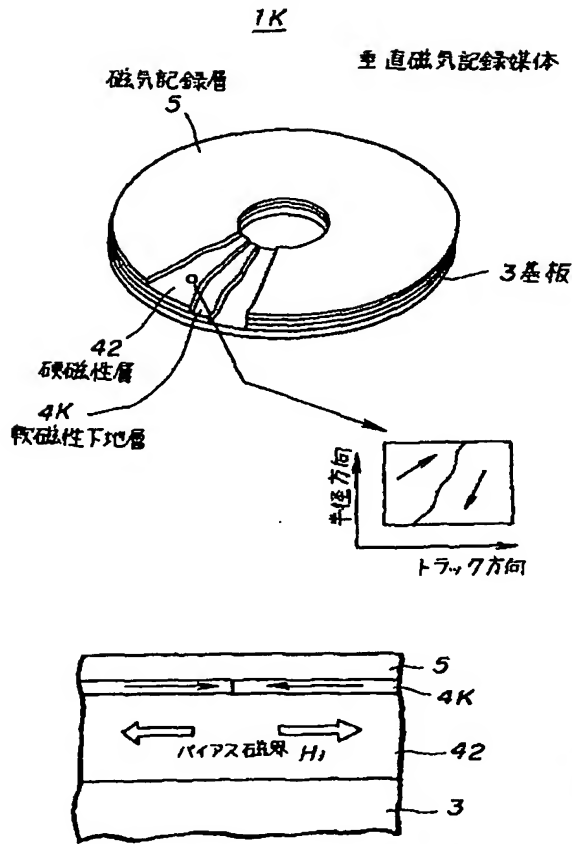
(a)



(b)

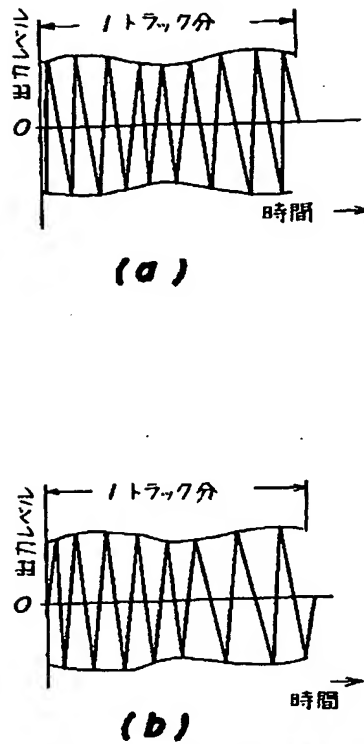
第29図の記録媒体の再生信号及び10 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第30図】



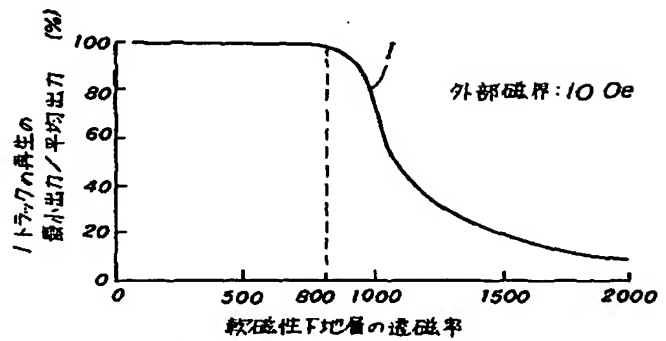
記録媒体の第8実施例を説明する図

【第32図】



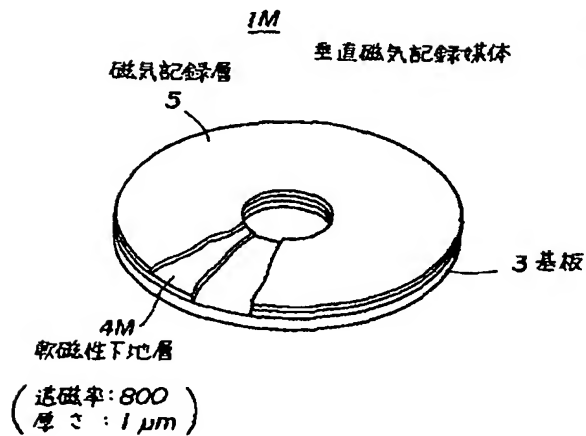
第30図の記録媒体の再生信号及び10 Oeの磁界下での再生信号の波形状図

【第39図】



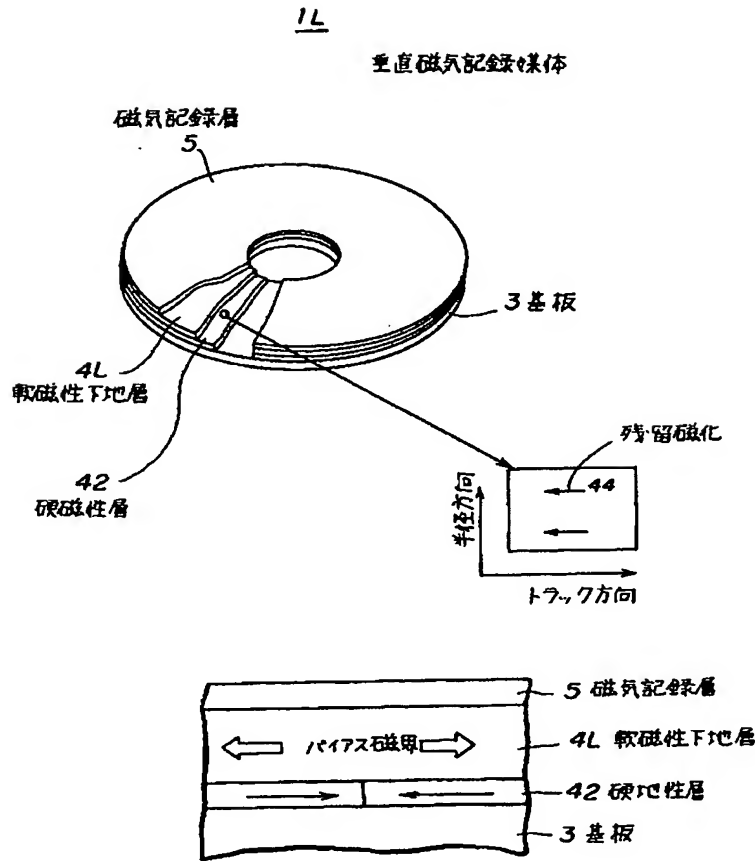
情報消去と下地層の透磁率との関係を示す図

【第35図】



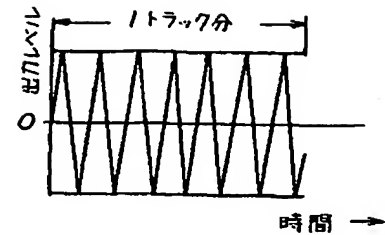
記録媒体の第10実施例を説明する図

【第33図】

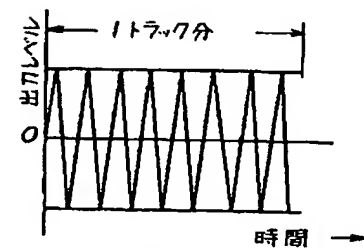


記録媒体の第9実施例を説明する図

【第34図】



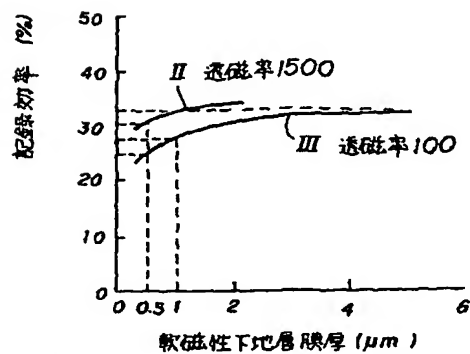
(a)



(b)

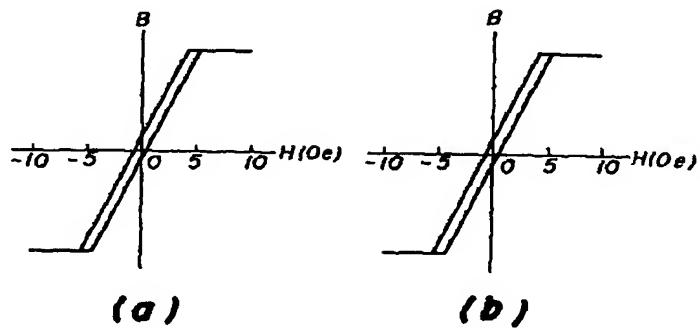
第33図の記録媒体の再生信号及び10 Oeの磁界下での再生信号の波形図

【第41図】



記録効率と下地層の厚さとの関係を示す図

【第43図】



第42図の記録媒体の部分X, Yでの磁気特性を示す図

【第38図】

記録媒体		①	②	③
軟磁性 下地層	透磁率	1,500	800	100
	厚さ(μm)	0.5	0.5	0.5
外部磁界印加前の 1トラック分再生波形				
印加外部磁界 (Oe)		3	10	10
外部磁界印加後の 1トラック分再生波形				

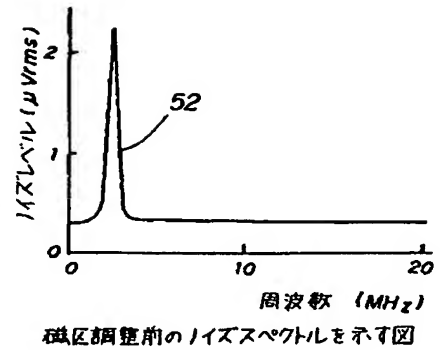
下地層の透磁率と浮遊磁界による情報消去との
関連についての実験結果を説明する図

【第40図】

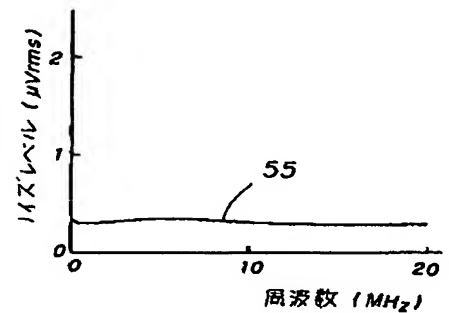
記録媒体		④	⑤	⑥
軟磁性 下地層	透磁率	100	100	50
	厚さ(μm)	0.5	2	20
外部磁界印加前の 1トラック分再生波形				
印加外部磁界 (Oe)		10	10	10
外部磁界印加後の 1トラック分再生波形				

下地層の厚さと再生出力との関連についての実験結果を
説明する図

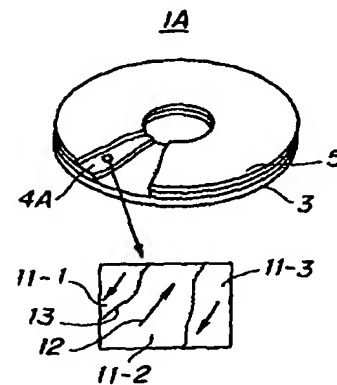
【第50図】



【第51図】

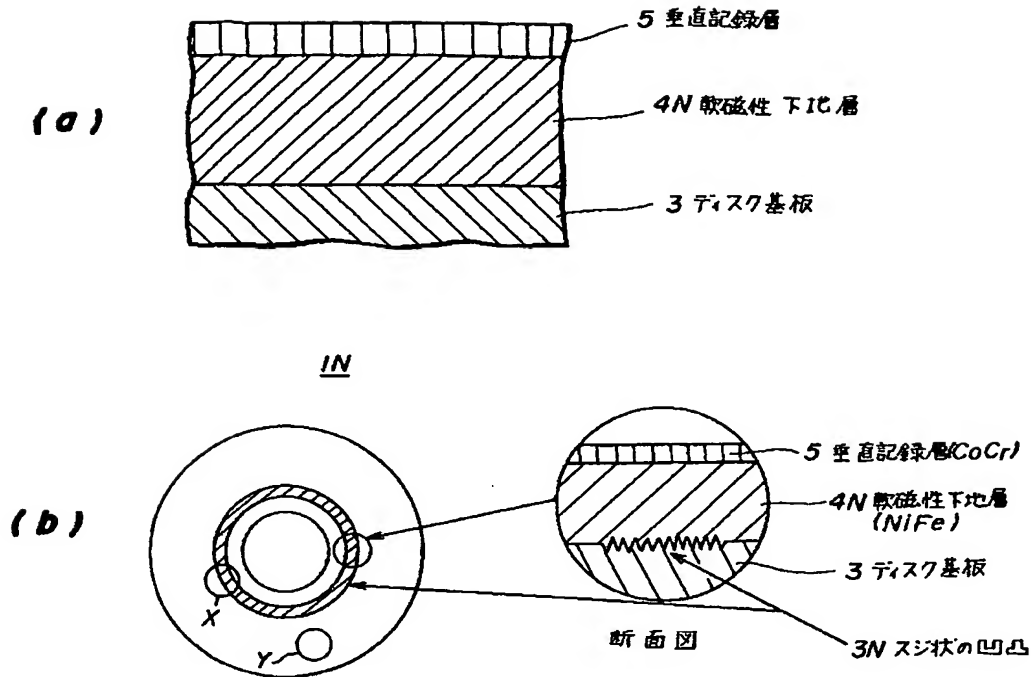


【第54図】



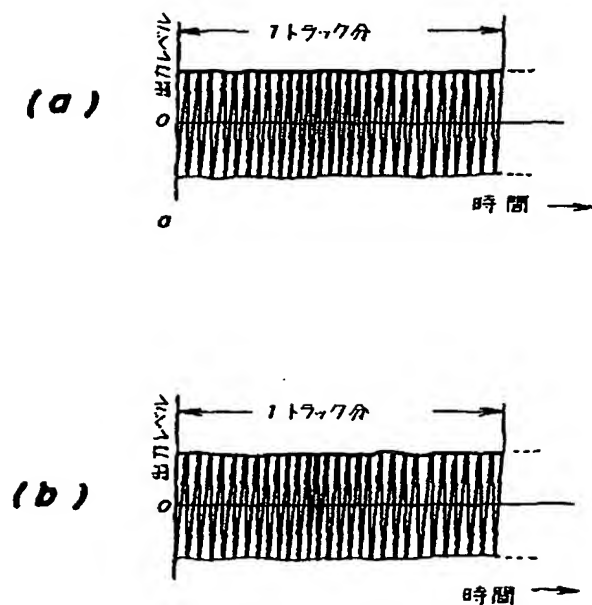
従来の記録媒体を示す図

【第42図】

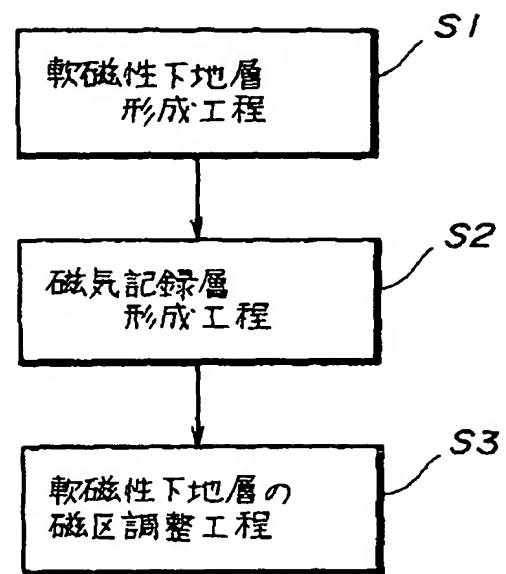


記録媒体の製造方法の第1実施例を説明する図

【第44図】

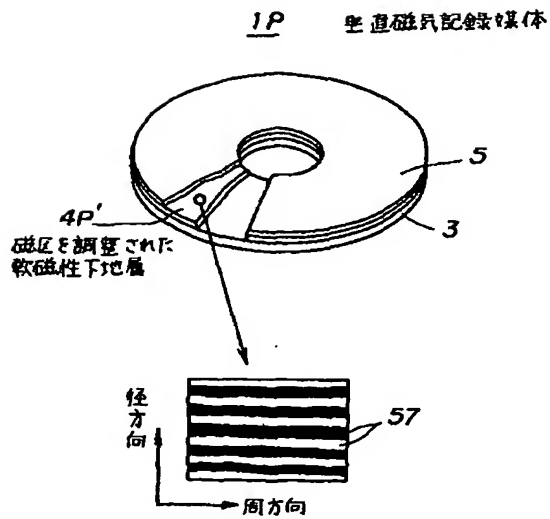


【第45図】



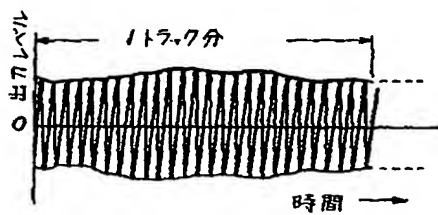
第42図の記録媒体の再生信号及び300mT再生信号の波形図
記録媒体の製造方法の第2実施例を示すフローチャート

【第52図】



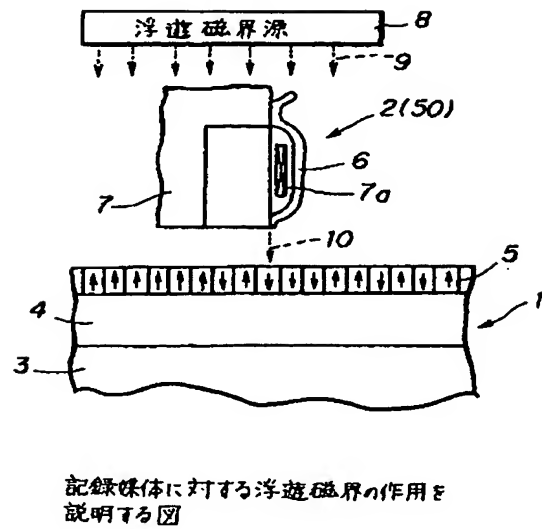
完成した記録媒体を示す図

【第56図】

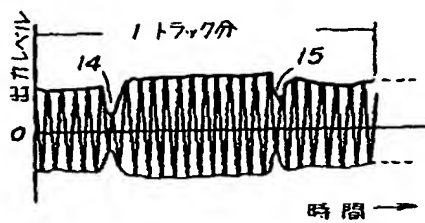


第54図の記録媒体の再生信号波形図

【第53図】

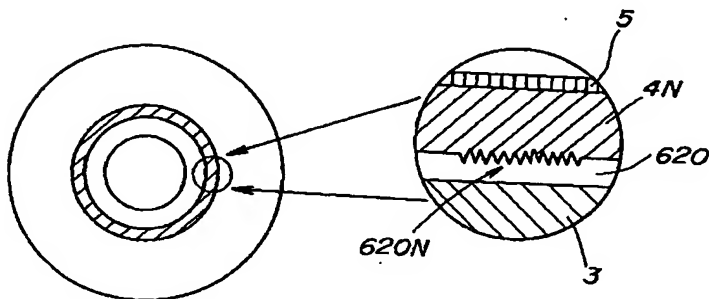


【第57図】



第54図の記録媒体の3 Oe の磁界下での再生信号波形図

【第58図】



記録媒体の製造方法の第3実施例を説明する図

フロントページの続き

(31) 優先権主張番号 特願平1-329240

(32) 優先日 平1(1989)12月19日

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(31) 優先権主張番号 特願平1-330667

(32) 優先日 平1(1989)12月20日

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(72) 発明者 越川 蒼生

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(56) 参考文献 特開 昭62-73413(JP, A)

特開 昭62-162222(JP, A)

特開 昭63-48610(JP, A)

特開 平1-213724(JP, A)

特開 昭63-247911(JP, A)

特開 平1-128226(JP, A)

特開 平1-158617(JP, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 6, DB名)

G11B 5/66

G11B 5/85